

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号
特開2002-22298
(P2002-22298A)

(43)公開日 平成14年1月23日(2002.1.23)

(51)Int.Cl.⁷F 2 5 B 1/00
11/02

識別記号

3 9 5

F I

F 2 5 B 1/00
11/02

テームト* (参考)

3 9 5 Z
B

審査請求 未請求 請求項の数4 O L (全 5 頁)

(21)出願番号 特願2000-201876(P2000-201876)

(22)出願日 平成12年7月4日(2000.7.4)

(71)出願人 000005821

松下電器産業株式会社
大阪府門真市大字門真1006番地

(72)発明者 生駒 光博

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72)発明者 長谷川 寛

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72)発明者 新宅 秀信

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(74)代理人 100097445

弁理士 岩橋 文雄 (外2名)

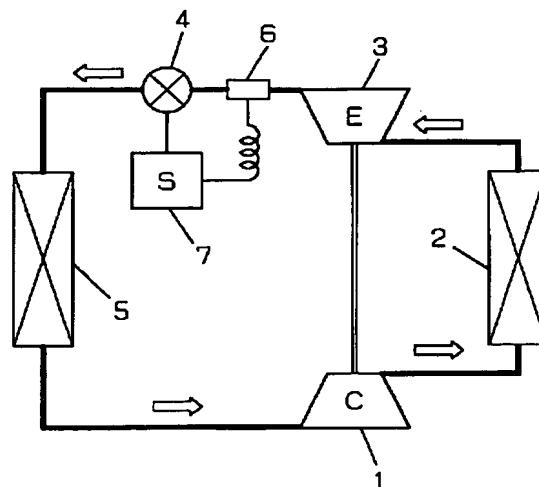
(54)【発明の名称】 冷凍サイクル装置とその制御方法

(57)【要約】

【課題】 フロンガスなどを用いる冷凍サイクル装置と同様の構成では、炭酸ガス冷媒(CO₂)の場合、その物性特性のため冷凍サイクル装置として十分な効率を得られないことが知られており、冷媒として用いる炭酸ガス(CO₂)の性質を利用して、冷凍サイクル装置を高効率化する。

【解決手段】 冷媒を昇圧する圧縮機1と、この圧縮機で昇圧された冷媒を冷却する放熱器2と、この放熱器よりも冷媒下流側に配されて前記冷却された冷媒を減圧膨張することにより動力を取り出す膨張機3と、この膨張機のさらに下流側に設けた減圧弁4と、この減圧弁で減圧された冷媒を加熱する蒸発器5とを順次配管接続して構成したものである。

1 圧縮機
2 放熱器
3 膨張機
4 減圧弁
5 蒸発器



【特許請求の範囲】

【請求項1】 炭酸ガスを冷媒とし、冷媒を昇圧する圧縮機と、この圧縮機で昇圧された冷媒を冷却する放熱器と、この放熱器よりも冷媒下流側に配されて前記冷却された冷媒を減圧膨張することにより動力を取り出す膨張機と、この膨張機のさらに下流側に設けた減圧弁と、この減圧弁で減圧された冷媒を加熱する蒸発器とを順次配管接続して構成した冷凍サイクル装置。

【請求項2】 前記膨張機の出口圧力を、炭酸ガスの臨界圧力よりも高く設定したことを特徴とする請求項1記載の冷凍サイクル装置。

【請求項3】 炭酸ガスを冷媒とし、冷媒を昇圧する圧縮機と、この圧縮機で昇圧された冷媒を冷却する放熱器と、この放熱器よりも冷媒下流側に配されて前記冷却された冷媒を減圧膨張することにより動力を取り出す膨張機と、この膨張機のさらに下流側に設けた減圧弁と、この減圧弁で減圧された冷媒を加熱する蒸発器と順次配管接続して冷凍サイクル装置を構成し、前記膨張機の出口に圧力センサを設け、前記圧力センサの検出信号に応じて前記減圧弁の開度調整を行い、膨張機出口圧力を炭酸ガスの臨界圧力以上に保つように制御する圧力制御器を設けたことを特徴とする冷凍サイクル装置の制御方法。

【請求項4】 炭酸ガスを冷媒とし、冷媒を昇圧する圧縮機と、この圧縮機で昇圧された冷媒を冷却する放熱器と、この放熱器よりも冷媒下流側に配されて高压側ラインと低压側ラインを流れる冷媒を熱交換させることにより冷媒をさらに冷却するサイクル内熱交換器と、このサイクル内熱交換器よりもさらに冷媒下流側に配されて前記冷却された冷媒を減圧膨張することにより動力を取り出す膨張機と、この膨張機のさらに下流側に設けた減圧弁と、この減圧弁で減圧された冷媒を加熱する蒸発器と順次配管接続して構成した冷凍サイクル装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、炭酸ガスなどの超臨界流体を冷媒として用いる冷凍機や空調機の冷凍サイクル装置に関し、特に、流体の膨張により発生するエネルギーを有効かつ安全に回収することにより、高い効率を実現する構成とその制御方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】オゾン層破壊、地球温暖化防止の観点から、自然環境に適した代替冷媒が模索される昨今において、フロンガスを用いるよりも以前に利用されていた炭酸ガス冷媒(CO₂)が再び注目されている。このようなCO₂を用いた冷凍サイクル装置は、CO₂の臨界温度が31℃であることから、高压側ラインが超臨界領域で用いられる構成となっており、一般的な冷凍サイクル装置の構成は、図4に示したように、冷媒を昇圧する圧縮機21、冷媒を冷却する放熱器22、冷媒を減圧する減圧弁23、冷媒を蒸発させて気化する蒸発器24を備

えた主経路を構成している。この主経路において、圧縮機21で昇圧された超臨界状態の冷媒は、放熱器22で冷却され、減圧弁23によって減圧されて湿り蒸気となり、蒸発器24で気相冷媒となった後に、圧縮室21へ戻される。

【0003】図2は、このような冷凍サイクル装置の動作を、モリエル(圧力-エンタルピ)線図上に表したものである。図中Aは圧縮機1の吸入状態(同時に蒸発器4の出口状態)、B圧縮機1の出口状態(同時に放熱器2の入り口状態)、Cは放熱器2の出口状態(同時に減圧弁3の入り口状態)、Dは蒸発器4入り口状態(同時に減圧弁3出口状態)を示す。

【0004】このような、冷凍サイクル装置の効率は、冷凍効果(ポイントAとポイントDのエンタルピ差)を、圧縮動力(ポイントBとポイントAのエンタルピ差)で除して求まるものである。

【0005】すなわち、COP(従来) = $(i_A - i_D) / (i_B - i_A)$ となる。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、このようなフロンガスなどを用いる冷凍サイクル装置と同様の構成では、炭酸ガス冷媒(CO₂)の場合、その物性特性のため冷凍サイクル装置として十分な効率が得られないことが知られている。

【0007】本発明はこのような従来の課題を解決するものであり、冷媒として用いる炭酸ガス(CO₂)の性質を利用して、冷凍サイクル装置を高効率化することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】上記課題を達成するために、この発明にかかる冷凍サイクル装置は、冷媒を昇圧する圧縮機と、この圧縮機で昇圧された冷媒を冷却する放熱器と、この放熱器よりも冷媒下流側に配されて前記冷却された冷媒を減圧膨張することにより動力を取り出す膨張機と、この膨張機のさらに下流側に設けた減圧弁と、この減圧弁で減圧された冷媒を加熱する蒸発器とを順次配管接続して構成したことを特徴としている(請求項1)。

【0009】さらに、前記膨張機の出口圧力を、炭酸ガスの臨界圧力よりも高く設定したことを特徴としている(請求項2)。

【0010】さらに、前記膨張機の出口に圧力センサを設け、前記圧力センサの検出信号に応じて前記減圧弁の開度調整を行い、膨張機出口圧力を炭酸ガスの臨界圧力以上に保つように制御する圧力制御器を設けたことを特徴とする冷凍サイクル装置の制御方法である(請求項3)。

【0011】さらに、冷媒を昇圧する圧縮機と、この圧縮機で昇圧された冷媒を冷却する放熱器と、この放熱器よりも冷媒下流側に配されて高压側ラインと低压側ライ

3

ンを流れる冷媒を熱交換させることにより冷媒をさらに冷却するサイクル内熱交換器と、このサイクル内熱交換器よりもさらに冷媒下流側に配されて前記冷却された冷媒を減圧膨張することにより動力を取り出す膨張機と、この膨張機のさらに下流側に設けた減圧弁と、この減圧弁で減圧された冷媒を加熱する蒸発器と順次配管接続して構成したことを特徴としている（請求項4）。

【0012】上記の構成により、高圧側ラインが超臨界領域となる炭酸ガス冷媒（CO₂）の性質利用し、圧力エネルギーを安全に回収し有効利用することにより、所用動力の低減と冷凍効果の増大を同時に達成し、冷凍サイクル装置の高効率化を実現できるものである。

【0013】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて説明する。

【0014】（実施の形態1）本発明の第1の技術手段を用いた一実施の形態として、図1に冷凍サイクル装置の構成を示す。

【0015】図1において、炭酸ガスを冷媒とし、冷媒を昇圧する圧縮機1と、この圧縮機1で昇圧された冷媒を冷却する放熱器2と、この放熱器2よりも冷媒下流側に配されて前記冷却された冷媒を減圧膨張することにより動力を取り出す膨張機3と、この膨張機3のさらに下流側に設けた減圧弁4と、この減圧弁4で減圧された冷媒を加熱する蒸発器5とを順次配管接続して冷凍サイクル回路が構成されている。

【0016】また、6は前記膨張機3の出口に設けられた圧力センサであり、圧力制御器7により前記圧力センサ6の検出信号に応じて前記減圧弁4の開度調整を行い、前記膨張機3の出口圧力を制御できるように構成されている。

【0017】前記圧力制御器7を用いて、前記減圧弁4を開く方向に開度調整すれば前記膨張機3の出口圧力が低下し、逆に前記減圧弁4を閉じる方向に開度調整すれば前記膨張機3の出口圧力が上昇する性質を利用して、前記膨張機3の出口圧力を炭酸ガスの臨界圧力以上に保つように制御する。

【0018】このように構成することにより、いかなる運転条件においても、膨張機3の入り口で超臨界状態であった冷媒は、膨張機3で膨張した後も超臨界状態を保つことができ、膨張機3の内部で減圧膨張により、気液二層状態となり、ドレンアタックなどの膨張機3の故障原因になるような現象を引き起こすことがないものである。

【0019】以上のように構成された、冷凍サイクル装置について、以下その動作を説明する。

【0020】圧縮機1によって圧縮された冷媒（炭酸ガス）は、高温高圧の超臨界状態の冷媒として放熱器2に入り、ここで放熱して冷却する。その後、膨張機3に導かれ、臨界圧力近くまで膨張することにより、機械エネ

(3)

特開2002-22298

4

ルギーを発生すると共に、自らも温度低下し、エンタルピを減少させる。その後、減圧弁4において蒸発圧力まで減圧されて低温低圧の湿り蒸気となり、蒸発器5において、ここを通過する空気と熱交換してガス状となり、圧縮機1へ戻される。なお、前記膨張機3で回収した機械エネルギーは圧縮機1を回転するための補助動力として利用される。

【0021】このような冷媒の状態変化は、図2のモリエル線図においてA→B→C→E→F→Aで示されるようになり、この時の冷凍サイクル装置の効率は、蒸発器5での冷凍効果（ポイントAとポイントFのエンタルピ差）を、圧縮機1での圧縮動力（ポイントBとポイントAのエンタルピ差）から膨張機3での回収動力（ポイントCとポイントEのエンタルピ差）を差し引いたもので除した値となる。

【0022】すなわち、COP（本発明）＝ $(i_A - i_F) / ((i_B - i_A) - (i_C - i_E))$ と表され、従来の冷凍サイクル装置の場合に比べ、冷凍効果が大きく、所用動力が小さくなり、効率を飛躍的に向上できるものである。

【0023】（実施の形態2）本発明の第2の技術手段を用いた一実施の形態として、図3に冷凍サイクル装置の構成を示す。

【0024】図3において、炭酸ガスを冷媒とし、冷媒を昇圧する圧縮機11と、この圧縮機11で昇圧された冷媒を冷却する放熱器12と、この放熱器12よりも冷媒下流側に配されて高圧側ライン13と低圧側ライン14を流れる冷媒を熱交換させることにより冷媒をさらに冷却するサイクル内熱交換器15と、このサイクル内熱交換器15よりもさらに冷媒下流側に配されて前記冷却された冷媒を減圧膨張することにより動力を取り出す膨張機16と、この膨張機16のさらに下流側に設けた減圧弁17と、この減圧弁で減圧された冷媒を加熱する蒸発器18と順次配管接続して冷凍サイクル回路が構成されている。

【0025】また、19は前記膨張機16の出口に設けられた圧力センサであり、圧力制御器20により前記圧力センサ19の検出信号に応じて前記減圧弁17の開度調整を行い、前記膨張機16の出口圧力を制御できるように構成されている。

【0026】前記圧力制御器20を用いて、前記減圧弁17を開く方向に開度調整すれば前記膨張機16の出口圧力が低下し、逆に前記減圧弁17を閉じる方向に開度調整すれば前記膨張機16の出口圧力が上昇する性質を利用して、前記膨張機16の出口圧力を炭酸ガスの臨界圧力以上に保つように制御する。

【0027】このように構成することにより、図1の実施例と同様にいかなる運転条件においても、膨張機16の入り口で超臨界状態であった冷媒は、膨張機16で膨張した後も超臨界状態を保つことができ、膨張機16の

10

20

30

40

50

内部で減圧膨張により、気液二層状態となり、ドレンアタックなどの膨張機16の故障原因になるような現象を引き起こすことがないものである。

【0028】以上のように構成された、冷凍サイクル装置について、以下その動作を説明する。

【0029】圧縮機11によって圧縮された冷媒（炭酸ガス）は、高温高压の超臨界状態の冷媒として放熱器12に入り、ここで放熱して冷却する。その後、サイクル内熱交換器15で低压側ライン14を流れる冷媒により冷却された後、膨張機16に導かれ、臨界圧力近くまで膨張することにより、機械エネルギーを発生すると共に、自らもさらに温度低下し、エンタルピを減少させる。その後、減圧弁17において蒸発圧力まで減圧されて低温低压の湿り蒸気となり、蒸発器18において、ここを通過する空気と熱交換してガス状となり、サイクル内熱交換器15を介して、圧縮機11へ戻される。なお、前記膨張機16で回収した機械エネルギーは圧縮機11を回転するための補助動力として利用される。

【0030】このような冷媒の状態変化は、図2のモリエル線図において $G \rightarrow H \rightarrow C \rightarrow I \rightarrow J \rightarrow K \rightarrow A \rightarrow G$ で示されるようになり、この時の冷凍サイクル装置の効率

は、蒸発器24での冷凍効果（ポイントAとポイントKのエンタルピ差）を、圧縮機11での圧縮動力（ポイントHとポイントGのエンタルピ差）から膨張機16で回収動力（ポイントIとポイントJのエンタルピ差）を差し引いたもので除した値となる。

【0031】すなわち、 $COP（本発明） = (i_A - i_K) / ((i_H - i_G) - (i_I - i_J))$ と表され、図1の実施例の冷凍サイクル装置に比べても、さらに冷凍効果が大きくなり、効率を向上できるものである。

【0032】

【発明の効果】以上の説明から明らかなように、請求項1記載の発明は、炭酸ガスを冷媒とし、冷媒を昇圧する圧縮機と、この圧縮機で昇圧された冷媒を冷却する放熱器と、この放熱器よりも冷媒下流側に配されて前記冷却された冷媒を減圧膨張することにより動力を取り出す膨張機と、この膨張機のさらに下流側に設けた減圧弁と、この減圧弁で減圧された冷媒を加熱する蒸発器とを順次配管接続して構成したため、高压炭酸ガス冷媒（CO₂）の圧力エネルギーを回収し有効利用することにより、所用動力の低減と冷凍効果の増大を同時に達成し、冷凍サイクル装置の高効率化を実現できるものである。

【0033】また、請求項2記載の発明は、膨張機の出口圧力を、炭酸ガスの臨界圧力よりも高く設定したため、いかなる運転条件においても、膨張機の入り口で超臨界状態であった冷媒は、膨張機で膨張した後も超臨界状態を保つことができ、膨張機の内部で減圧膨張により、気液二層状態となり、ドレンアタックなどの膨張機の故障原因になるような現象を引き起こすこともなく、高压側ラインが超臨界領域となる炭酸ガス冷媒（CO₂

）の性質利用し、圧力エネルギーを安全に回収し有効利用することにより、所用動力の低減と冷凍効果の増大を同時に達成し、冷凍サイクル装置の高効率化を実現できるものである。

【0034】さらに、請求項3記載の発明は、炭酸ガスを冷媒とし、冷媒を昇圧する圧縮機と、この圧縮機で昇圧された冷媒を冷却する放熱器と、この放熱器よりも冷媒下流側に配されて前記冷却された冷媒を減圧膨張することにより動力を取り出す膨張機と、この膨張機のさらに下流側に設けた減圧弁と、この減圧弁で減圧された冷媒を加熱する蒸発器と順次配管接続して冷凍サイクル装置を構成し、前記膨張機の出口に圧力センサを設け、前記圧力センサの検出信号に応じて前記減圧弁の開度調整を行い、膨張機出口圧力を炭酸ガスの臨界圧力以上に保つように制御する圧力制御器を設けたことを特徴とする冷凍サイクル装置の制御方法であるため、簡単な構成で、前記減圧弁を開く方向に開度調整すれば前記膨張機の出口圧力が低下し、逆に前記減圧弁を閉じる方向に開度調整すれば前記膨張機の出口圧力が上昇する性質を利用して、前記膨張機の出口圧力を炭酸ガスの臨界圧力以上に保つように制御することができる。

【0035】また、請求項4記載の発明は、炭酸ガスを冷媒とし、冷媒を昇圧する圧縮機と、この圧縮機で昇圧された冷媒を冷却する放熱器と、この放熱器よりも冷媒下流側に配されて高压側ラインと低压側ラインを流れる冷媒を熱交換させることにより冷媒をさらに冷却するサイクル内熱交換器と、このサイクル内熱交換器よりもさらに冷媒下流側に配されて前記冷却された冷媒を減圧膨張することにより動力を取り出す膨張機と、この膨張機のさらに下流側に設けた減圧弁と、この減圧弁で減圧された冷媒を加熱する蒸発器と順次配管接続して構成したため、サイクル内熱交換器の作用により膨張機入り口の冷媒温度を低下させることにより、膨張機出口での冷媒のエンタルピを小さくでき、さらなる冷凍効果の増大を可能とできるものである。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態1を示す冷凍サイクル装置の構成図

【図2】図1、図3、図4で示す冷凍サイクル装置のモリエル線図

【図3】本発明の実施の形態2を示す冷凍サイクル装置の構成図

【図4】従来の冷凍サイクル装置の構成図

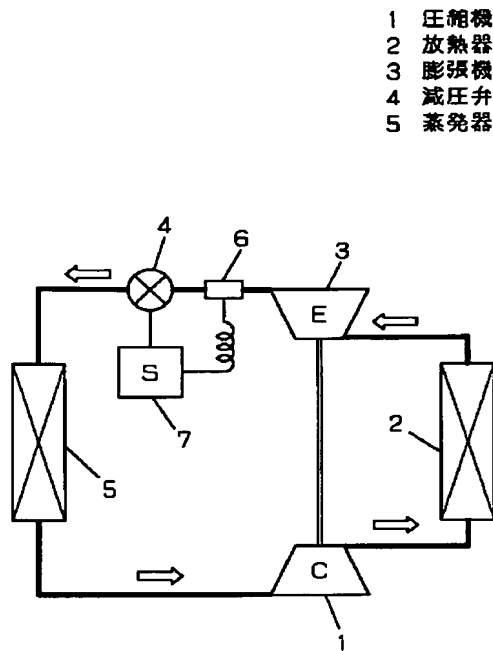
【符号の説明】

- 1, 11 圧縮機
- 2, 12 放熱器
- 3, 16 膨張機
- 4, 17 減圧弁
- 5, 18 蒸発器
- 15 サイクル内熱交換器

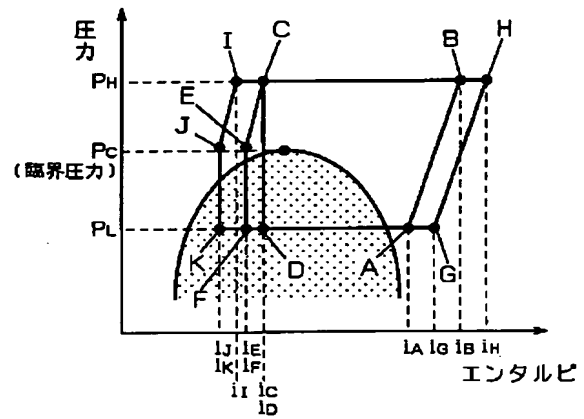
(5)

特開2002-22298

【図1】



【図2】



【図4】

- 21 圧縮機
22 放熱器
23 減圧弁
24 蒸発器

【図3】

